

BEST AVAILABLE COPY



DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

- *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

Publiée :

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

PROCEDE ET SYSTEME PERMETTANT A UN UTILISATEUR DE MELANGER EN
TEMPS REEL DES IMAGES DE SYNTHESE AVEC DES IMAGES VIDEO

Préambule de la description

Domaine concerné, problème posé

La présente invention concerne un procédé et un système permettant à un utilisateur de mélanger en temps réel
5 des images de synthèse avec des images vidéo.

Problème posé

L'invention a plus précisément pour objet un procédé et un système permettant à un utilisateur :

(i) de produire dans une unité de traitement
10 informatique, composée de circuits électroniques standard, un flux d'images de synthèse, et

(ii) de tracer une scène en créant des interactions visuelles entre le flux d'images de synthèse et au moins un flux d'images vidéo.

15 La solution à ce problème apportée par l'invention permet d'améliorer la qualité de la scène et de diminuer le temps de traitement, sans mettre en œuvre des unités de traitement informatique propriétaires et coûteuses.

Art antérieur

On a représenté sur la figure 1 un équipement selon l'art antérieur permettant de faire de la réalité améliorée. Cet équipement comprend :

- une Station de travail graphique STG,
- 5 - un Rack de type « chroma keyer » RCK,
- un Rack de type « retard d'image » RRI.

Les légendes C et SV désignent respectivement une caméra et une sortie vidéo.

La station de travail graphique STG est utilisée pour la génération des images de synthèse uniquement. La station de travail graphique STG est développée spécifiquement ou est une station Silicon Graphics™. Les images de synthèse sont générées sur un fond de couleur uniforme (couleur clé).

Le Rack de type « chroma keyer » RCK est utilisé pour le mixage de l'image vidéo de la caméra (C) avec l'image de synthèse générée par la station graphique STG. La couleur clé est remplacée par l'image vidéo.

Le Rack de type « retard d'image » RRI est utilisé pour compenser le temps de traitement du générateur d'images.

Inconvénients de la technologie antérieure :

Les équipements selon l'art antérieur présentent des inconvénients en terme de prix et des qualités d'image et de fonctionnalité.

Inconvénients en terme de prix :

Le prix de revient des équipements selon l'art antérieur est très élevé. En effet, le Rack « retard d'image » RRI est un rack professionnel, le Rack « chroma keyer » RCK est un rack professionnel, la station graphique STG est une station professionnelle. La solution antérieure selon l'art antérieur n'est pas embarquable (elle est composée de trois modules séparés : générateur d'images / retard d'images / chroma key).

Inconvénients en termes de qualité d'image et de fonctionnalités :

L'interactivité visuelle entre la vidéo et les images de synthèse est limitée. En effet, en sortie du « chroma keyer »

RCK la vidéo est insérée à la place de la couleur clé. Il n'est pas possible d'avoir des réflexions de la vidéo sur les images de synthèse ou le contraire. La vidéo ne peut pas être traitée comme une texture. Par exemple, il ne peut pas y avoir d'effet de reflets entre les images réelles (images vidéo) et les objets de synthèse. Le principe même du « chroma key » peut produire des artefacts ; il limite le choix dans la palette de couleurs des images de synthèse, et rend problématique le rendu d'objets de synthèse présentant des transparences.

Les performances des stations graphiques spécifiques sont vite dépassées par les performances des cartes graphiques grand public qui sont toujours plus puissantes (puissance graphique du matériel grand public multipliée par deux tous les six mois environ).

La solution antérieure est chère en termes de maintenance (les trois appareils qui la composent impliquent un contrat de maintenance spécifique).

La solution antérieure ne peut pas fonctionner sur un ordinateur portable, elle n'est pas mobile.

La solution antérieure est contraignante en termes de temps de réglages de tous ses éléments.

Aucun traitement sur l'image vidéo n'est possible :

- on ne peut pas utiliser la vidéo pour texturer localement un élément de la scène virtuelle,

- on ne peut pas déformer la vidéo (par exemple la correction des distorsions optiques est impossible),

- on ne peut pas faire de traitement sur la vidéo (par exemple pour le traitement du type chroma key).

Solution

Procédé

L'unité de traitement informatique selon l'invention, notamment de type "ordinateur PC" grand public comprend :

- une carte mère,

- une carte graphique de rendu et d'affichage de la scène.

La notion de scène au sens de la présente invention est ci-après explicitée en se référant à la figure 2

La carte graphique de rendu et d'affichage de la scène comporte un processeur d'accélération des traitements 2D/3D, un
5 buffer de travail « back buffer » et une mémoire de texture.

L'équipement informatique comprend également un moyen d'acquisition permettant d'acquérir, en temps réel, des images vidéo, dans un buffer vidéo. Le moyen d'acquisition se présente notamment sous la forme :

10 * d'une acquisition vidéo intégrée à la carte graphique, et/ou

* d'une acquisition vidéo intégrée à la carte mère, et/ou

* d'une acquisition vidéo, via une carte d'acquisition
15 dédiée (par exemple une carte de marque Pinnacle™ connue sous le nom de PCTV).

Le procédé selon l'invention comprend l'étape d'effectuer un rendu spécifique de la scène,

- en recopiant, lors de chaque rendu de la scène, le
20 buffer vidéo dans une zone mémoire de la carte graphique,

- en traçant les images de synthèse dans ledit buffer de travail de la carte graphique.

Selon une première variante de réalisation de l'invention, pour effectuer un rendu spécifique, de préférence,
25 le procédé comprend les étapes suivantes :

- l'étape de recopier, lors de chaque rendu de la scène, le buffer vidéo dans le buffer de travail,

- l'étape de tracer les images de synthèse dans le buffer de travail.

30 Dans le cas de cette première variante de réalisation, lorsque le buffer vidéo comporte des lignes vidéo entrelacées, pour recopier, lors de chaque rendu de la scène, le buffer vidéo dans le buffer de travail, de préférence le procédé comprend :

- l'étape de recopier les lignes vidéo paires, lors
35 d'un premier rendu, puis

- l'étape de recopier les lignes vidéo impaires, lors du rendu suivant.

Selon une deuxième variante de réalisation de l'invention, pour effectuer un rendu spécifique le procédé comprend, de préférence, une étape d'initialisation préalable au rendu spécifique consistant à créer une texture dédiée dans la mémoire de texture de la carte graphique. La texture dédiée a la taille du buffer vidéo. La texture est dédiée pour recopier le buffer vidéo dans la mémoire texture.

10 Dans le cas de cette seconde variante de réalisation le procédé comprend en outre :

- l'étape de recopier le buffer vidéo dans la texture dédiée,

15 - l'étape de tracer complètement la scène, en utilisant la texture dédiée pour texturer certains des polygones de la scène.

Dans le cas de cette seconde variante de réalisation, lorsque le buffer vidéo comporte des lignes vidéo entrelacées, pour recopier lors de chaque rendu de la scène le buffer vidéo dans la texture dédiée, de préférence selon l'invention, le procédé comprend :

- l'étape de recopier les lignes vidéo paires, lors d'un premier rendu, puis

25 - l'étape de recopier les lignes vidéo impaires, lors du rendu suivant,

- l'étape d'appliquer une translation du buffer vidéo de plus ou moins une demi-ligne dans le rendu de la scène.

Cette translation du buffer vidéo est réalisée :

30 - soit en modifiant les coordonnées de texture de la texture dédiée,

- soit en modifiant les coordonnées des polygones texturés par la texture dédiée.

On améliore ainsi la qualité d'image.

35 Dans le cas de la première variante de réalisation comme dans le cas de la seconde variante de réalisation, il est

possible de recopier le buffer vidéo dans la zone mémoire de la carte graphique en procédant de deux manières différentes.

Dans le cas d'une première façon de procéder le moyen d'acquisition comporte un driver présentant un nouveau buffer vidéo pour chaque nouvelle image vidéo. De préférence selon l'invention, dans le cas de cette première manière de procéder, le rendu de la scène est effectué de manière synchrone avec la présentation de chaque nouveau buffer vidéo.

Dans le cas d'une deuxième façon de procéder le moyen d'acquisition comporte également un driver présentant un nouveau buffer vidéo pour chaque nouvelle image vidéo. Toutefois, dans le cas de cette deuxième manière de procéder, de préférence selon l'invention le procédé comprend les étapes suivantes :

- l'étape de remplir une mémoire tampon avec chaque nouveau buffer vidéo, en mettant en œuvre une unité d'exécution (« thread ») de capture vidéo,

- l'étape de recopier un des buffer vidéo contenu dans la mémoire tampon vers la mémoire de texture de la carte graphique,

- l'étape d'effectuer le rendu de la scène de manière asynchrone par rapport à la présentation de chaque nouveau buffer vidéo.

Le procédé selon l'invention permet des fonctionnalités graphiques améliorées lors du tracé d'une scène mélangeant une image vidéo avec une image de synthèse.

Anti-aliasing

De préférence selon l'invention, le procédé comprend l'étape d'appliquer une fonction anti-aliasing lors du tracé de la scène. Les notions de fonction anti-aliasing ont été décrites ci-après.

Transparence

De préférence selon l'invention, le procédé comprend l'étape d'appliquer une fonction transparence lors du tracé de la scène. Les notions de fonction transparence ont été décrites ci-après.

Correction des distorsions optiques

De préférence selon l'invention, le procédé comprend l'étape d'appliquer des déformations non linéaires au buffer vidéo en texturant des polygones de la scène au moyen de la texture dédiée.

Il est ainsi possible de corriger des distorsions optiques de l'image vidéo.

Traitement temps réel d'images vidéo

De préférence selon l'invention, le procédé comprend l'étape d'appliquer au buffer vidéo des fonctions pixel shaders permettant, notamment, un traitement du type chroma key. Les notions de fonction pixel shaders et de traitement de type chroma key ont été décrits ci-après.

Environment mapping

De préférence selon l'invention, l'unité de traitement informatique comprend deux moyens d'acquisition ayant chacun un buffer vidéo. Le procédé comprend les étapes suivantes :

- l'étape de recopier le buffer vidéo de l'un des moyens d'acquisition dans une seconde texture dédiée de la carte graphique,

- l'étape de texturer au moins en partie la scène en utilisant la seconde texture dédiée.

Il est ainsi possible d'obtenir des reflets réels sur des objets de synthèse.

Délai vidéo

De préférence selon l'invention, le procédé comprend l'étape de retarder la recopie d'un des buffer vidéo contenu dans une mémoire tampon vers la mémoire de texture de la carte graphique.

Il est ainsi possible de retarder l'affichage des images vidéo par rapport à l'affichage des images de synthèse.

Système

L'invention concerne également un système permettant à un utilisateur :

(i) de produire dans une unité de traitement informatique, composée de circuits électroniques standard, un flux d'images de synthèse, et

5 (ii) de tracer une scène en créant des interactions visuelles entre le flux d'images de synthèse et au moins un flux d'images vidéo,

La solution à ce problème permet d'améliorer la qualité de la scène et de diminuer le temps de traitement, sans mettre en œuvre des unités de traitement informatique
10 propriétaires et coûteuses.

L'unité de traitement informatique selon l'invention comprend un équipement informatique, notamment de type "ordinateur PC" grand public. Cet équipement informatique comporte :

15 - une carte mère,
- une carte graphique de rendu et d'affichage de la scène.

La carte graphique de rendu et d'affichage comporte un processeur d'accélération des traitements 2D/3D, un buffer de travail « back buffer » et une mémoire de texture.
20

L'équipement informatique comporte un moyen d'acquisition permettant d'acquérir, en temps réel, des images vidéo, dans un buffer vidéo. Le moyen d'acquisition se présente notamment sous la forme :

25 - d'une acquisition vidéo intégrée à la carte graphique, et/ou
- d'une acquisition vidéo intégrée à la carte mère, et/ou
- d'une acquisition vidéo, via une carte d'acquisition
30 dédiée.

Pour effectuer un rendu spécifique de la scène :

- la carte mère comporte en outre des moyens de traitement informatique permettant de recopier, lors de chaque rendu de la scène, le buffer vidéo dans une zone mémoire de la
35 carte graphique,

- le processeur d'accélération des traitements 2D/3D comporte des moyens de traçage pour tracer les images de synthèse dans une zone mémoire de la carte graphique.

5 Selon une première variante de réalisation, de préférence selon l'invention, pour effectuer un rendu spécifique de la scène :

- les moyens de traitement informatique comprennent des premiers moyens de recopie pour recopier, lors de chaque rendu de la scène, le buffer vidéo dans le buffer de travail,

10 - le processeur d'accélération des traitements 2D/3D comprend des premiers moyens de calcul pour tracer les images de synthèse dans le buffer de travail.

Dans le cas de cette première variante de réalisation, lorsque le buffer vidéo comporte des lignes vidéo entrelacées, de préférence selon l'invention, les premiers moyens de recopie du buffer vidéo dans le buffer de travail comprennent :

- des premiers moyens de sélection et de recopie des lignes vidéo paires, lors d'un premier rendu, puis

20 - des seconds moyens de sélection et de recopie des lignes vidéo impaires, lors du rendu suivant.

Selon une deuxième variante de réalisation, pour effectuer un rendu spécifique, de préférence selon l'invention, les moyens de traitement informatique comprennent des moyens d'initialisation créant, préalablement au rendu spécifique, une texture dédiée dans la mémoire de texture de la carte graphique. La texture dédiée a la taille du buffer vidéo. Dans le cas de cette deuxième variante de réalisation, les moyens de traitement informatique comprennent en outre des seconds moyens de recopie pour recopier le buffer vidéo dans la texture dédiée,

30 - le processeur d'accélération des traitements 2D/3D comprend des seconds moyens de calcul pour tracer complètement la scène, en utilisant la texture dédiée pour texturer certains des polygones de la scène.

Dans le cas de cette deuxième variante de réalisation, lorsque le buffer vidéo comporte des lignes vidéo entrelacées,

de préférence selon l'invention, les seconds moyens de recopie du buffer vidéo dans la texture dédiée comprennent :

- des troisièmes moyens de sélection et de recopie des lignes vidéo paires, lors d'un premier rendu, puis

5 - des quatrièmes moyens de sélection et de recopie des lignes vidéo impaires, lors du rendu suivant.

Le processeur d'accélération des traitements 2D/3D comprend des troisièmes moyens de calcul pour appliquer une translation du buffer vidéo de plus ou moins une demi-ligne dans
10 le rendu de la scène.

Cette translation du buffer vidéo est réalisée :

- soit en modifiant les coordonnées de texture de la texture dédiée,

15 - soit en modifiant les coordonnées des polygones texturés par la texture dédiée.

On améliore ainsi la qualité d'image.

Dans le cas de la première variante de réalisation comme dans le cas de la deuxième variante de réalisation, il est possible de recopier le buffer vidéo de deux manières
20 différentes

Dans le cas de la première façon de procéder, le moyen d'acquisition comporte un driver présentant un nouveau buffer vidéo pour chaque nouvelle image vidéo. De préférence selon l'invention, dans le cas de cette première façon de procéder,
25 les moyens de traitement informatique effectuent le rendu de la scène de manière synchrone avec la présentation de chaque nouveau buffer vidéo.

Dans le cas d'une deuxième façon de procéder, le moyen d'acquisition comporte un driver présentant un nouveau buffer
30 vidéo pour chaque nouvelle image vidéo. De préférence selon l'invention, dans le cas de cette deuxième façon de procéder, lesdits moyens de traitement informatique comprennent :

- des moyens de transfert pour remplir une mémoire tampon avec chaque nouveau buffer vidéo, en mettant en œuvre une
35 unité d'exécution (« thread ») de capture vidéo,

- des troisièmes moyens de recopie pour recopier un des buffer vidéo contenu dans ladite mémoire tampon vers la mémoire de texture de la carte graphique.

5 Les moyens de traitement informatique effectuent le rendu de ladite scène de manière asynchrone par rapport à la présentation de chaque nouveau buffer vidéo.

Le système selon l'invention permet des fonctionnalités graphiques améliorées lors du tracé d'une scène mélangeant une image vidéo avec une image de synthèse.

10 Anti-aliasing

De préférence selon l'invention, les moyens de traitement informatique permettent d'appliquer une fonction anti-aliasing lors du tracé de la scène.

Transparence

15 De préférence selon l'invention, les moyens de traitement informatique permettent d'appliquer une fonction transparence lors du tracé de la scène.

Correction des distorsions optiques

20 De préférence selon l'invention, les moyens de traitement informatique permettent d'appliquer des déformations non linéaires au buffer vidéo en texturant des polygones de la scène au moyen de la texture dédiée.

Il est ainsi possible de corriger des distorsions optiques de l'image vidéo.

25 Traitement temps réel d'images vidéo

De préférence selon l'invention, les moyens de traitement informatique permettent d'appliquer au buffer vidéo des fonctions pixel shaders permettant, notamment, un traitement du type chroma key.

30 Environment mapping

De préférence selon l'invention, l'unité de traitement informatique comprend deux moyens d'acquisition ayant chacun un buffer vidéo. Les moyens de traitement informatique permettent de recopier le buffer vidéo de l'un des moyens d'acquisition
35 dans une seconde texture dédiée de la carte graphique.

Le processeur d'accélération des traitements 2D/3D permet de texturer au moins en partie la scène en utilisant la seconde texture dédiée.

Il est ainsi possible d'obtenir des reflets réels sur
5 des objets de synthèse.

Délai vidéo

De préférence selon l'invention, les moyens de traitement informatique permettent de retarder la recopie d'un des buffer vidéo contenu dans une mémoire tampon vers la mémoire
10 de texture de la carte graphique.

Il est ainsi possible de retarder l'affichage des images vidéo par rapport à l'affichage des images de synthèse.

Description détaillée

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description d'une variante de réalisation de l'invention donnée à titre d'exemple indicatif et non limitatif, et de la

- figure 1 qui représente, un équipement selon l'art antérieur permettant de faire de la réalité améliorée,
- 20 - figure 2 qui représente un schéma d'ensemble d'une variante de réalisation d'un système selon l'invention,
- figure 3 qui représente, de manière schématique, les moyens de traitement informatique 26 dans le cas d'une autre variante de réalisation,
- 25 - figure 4 qui représente, de manière schématique, le processeur d'accélération des traitements 2D/3D 9 dans le cas de la variante de réalisation représentée sur la figure 3,
- figure 5 qui représente, de manière schématique, une variante de réalisation dans le cas où le moyen d'acquisition 12 se présente sous la forme d'une acquisition vidéo intégrée à la
30 carte graphique 8,
- figure 6 qui représente, de manière schématique, une variante de réalisation dans le cas où le moyen d'acquisition 12 se présente sous la forme d'une acquisition vidéo intégrée à la
35 carte mère 7,

- figure 7 qui représente, de manière schématique, une variante de réalisation dans le cas où le moyen d'acquisition 12 se présente sous la forme d'une acquisition vidéo via une carte d'acquisition dédiée,

5 - figure 8 qui représente, de manière schématique, l'algorithme de recopie du buffer vidéo 14 dans le buffer de sortie vidéo (back buffer) 40 de la carte graphique,

 - figure 9 qui représente, de manière schématique, l'algorithme de recopie du buffer vidéo 14 dans la mémoire de
10 texture 11 de la carte graphique.

On a précédemment décrit la figure 1 lors de la présentation de l'art antérieur. On va maintenant décrire la figure 2 qui représente un schéma d'ensemble d'une variante de réalisation d'un système selon l'invention.

15 Sur la figure 2 on a représenté une unité de traitement informatique 2 comprenant :

 - une carte graphique 8,
 - une carte mère 7,
 - des moyens d'acquisition 12 recevant un flux 5
20 d'images vidéo 13,

 - un disque dur 42 contenant une scène 4,

La carte graphique 8 comprend :

 - un processeur d'accélération des traitements 2D/3D 9 comprenant des premiers moyens de calcul 29,

25 - un buffer de travail 10 recevant un flux 3 d'images de synthèse 16 du processeur d'accélération des traitements 2D/3D 9,

 - une mémoire de texture 11 comprenant une texture dédiée 19,

30 - une sortie vidéo 39,

 - un buffer de sortie vidéo (back buffer) 40.

La carte mère 7 comprend :

 - des moyens de traitement informatique 26 comprenant des premiers moyens de recopie 27 comportant des premiers moyens

de sélection et de recopie 30, des seconds moyens de sélection et de recopie 31,

- une mémoire centrale 41 contenant une scène 4 et des polygones 20,

5 - une mémoire tampon 23 comprenant des buffer vidéo 14 comportant des lignes vidéo paires 17 et des lignes vidéo impaires 18,

- un driver 22,

- une unité d'exécution 24.

10 Dans une autre variante de réalisation, les moyens de traitement informatique 26 comprennent des moyens d'initialisation 32, des seconds moyens de recopie 33 comportant des troisièmes moyens de sélection et de recopie 35, des quatrièmes moyens de sélection et de recopie 35 (voir figure 3),
15 Dans le cas de cette variante de réalisation, le processeur d'accélération des traitements 2D/3D 9 comprend des seconds moyens de calcul 34 (voir figure 4).

Le moyen d'acquisition 12 numérise le signal vidéo 13 correspondant aux images vidéo du flux 5 (le signal vidéo peut
20 être à la norme analogique ou numérique). La carte mère reçoit ce flux numérisé dans un buffer vidéo 14 composé de pixels et stocké dans sa mémoire. Dans la description, le buffer vidéo 14 est aussi appelé buffer de pixels.

Une scène 3D 4 est un ensemble d'éléments :

25 - d'objets 3D composés de textures (image 2D) et de polygones 20 (géométrie 3D).

- de sources de lumières.

- de caméras virtuelles.

La scène 3D 4 est stockée sur le disque dur 42 et est
30 recopiée dans la mémoire centrale 41 de la carte mère 3.

Pour calculer une image de synthèse 16, la carte mère 7 copie le buffer vidéo 14 et les textures de la scène 3D dans la mémoire de texture 11 de la carte graphique 8 et envoie à celle-ci l'ensemble des polygones 20 à afficher, les sources de
35 lumières, la caméra. Les circuits spécialisés (le processeur

d'accélération des traitements 2D/3D 9) calculent à partir de ces données 3D une image 2D dans le buffer de travail 10 (back buffer). Le contenu du buffer de travail 10 est ensuite transféré dans le buffer de sortie vidéo 40 (front buffer) et la sortie vidéo 39 pour être utilisé par le dispositif d'affichage (télévision, moniteur, projecteur) pour afficher l'image.

Le buffer vidéo 14 est recopié dans la texture dédiée 19 de la mémoire de la texture 11. La texture dédiée 19 faisant partie de la scène, il est possible d'afficher son contenu en fonction des besoins de l'utilisateur. On citera, à titre d'exemples non exhaustifs, les affichages suivants :

- Affichage de la texture dédiée 19 en arrière plan pour obtenir une vidéo « plein écran ».

- Affichage de la texture dédiée 19 sur un objet de synthèse inclus dans la scène 4, pour enrichir celui-ci par une vidéo en temps réel.

La texturation est une technique qui consiste à dessiner un polygone 20 en 3D avec une texture (image 2D) plaquée dessus. A cet effet, on affecte à chaque sommet 3D d'un polygone 20 des coordonnées 2D (coordonnées de texture) dans la texture. Il est possible d'utiliser plusieurs textures sur un même polygone 20. On associe aux sommets un jeu de coordonnées de texture pour chaque texture.

Le texturation peut être effectuée avec tout type d'image 2D donc avec le buffer vidéo 14 qui est une image 2D. Un ensemble de polygones 20, texturé avec le buffer vidéo 14, est traité comme n'importe quel objet intervenant dans le calcul de l'image de synthèse 16.

On va maintenant décrire la figure 5 qui représente, de manière schématique, une variante de réalisation dans le cas où le moyen d'acquisition 12 se présente sous la forme d'une acquisition vidéo intégrée à la carte graphique 8.

L'unité de traitement informatique 2 contient une carte graphique 8 équipée d'un moyen d'acquisition 12. L'image vidéo 13 est acquise en temps réel par le moyen d'acquisition 12

puis recopiée dans le buffer vidéo 14. Le buffer vidéo 14 est ensuite recopié de deux manières possibles :

- soit vers le buffer de travail 10,
- soit vers la mémoire de texture 11.

5 Après cette recopie, le processeur d'accélération des traitements 2D/3D 9 effectue un rendu de la scène 4 dans le buffer de travail 10. Le buffer de travail 10 est transféré dans le buffer de sortie vidéo 40 qui permet de mettre à jour la sortie vidéo 39.

10 On va maintenant décrire la figure 6 qui représente, de manière schématique, une variante de réalisation dans le cas où le moyen d'acquisition 12 se présente sous la forme d'une acquisition vidéo intégrée à la carte mère 7.

15 L'unité de traitement informatique 2 contient une carte mère 7 équipée d'un moyen d'acquisition 12. L'unité de traitement informatique 2 contient également une carte graphique 8. L'image vidéo 13 est acquise en temps réel par le moyen d'acquisition 12 puis recopiée dans le buffer vidéo 14. Le buffer vidéo 14 est ensuite recopié de deux manières possibles :

- 20 - soit vers le buffer de travail 10,
 - soit vers la mémoire de texture 11.

 Après cette recopie, le processeur d'accélération des traitements 2D/3D 9 effectue un rendu de la scène 4 dans le buffer de travail 10. Le buffer de travail 10 est transféré dans
25 le buffer de sortie vidéo 40 qui permet de mettre à jour la sortie vidéo 39.

 On va maintenant décrire la figure 7 qui représente, de manière schématique, une variante de réalisation dans le cas où le moyen d'acquisition 12 se présente sous la forme d'une
30 acquisition vidéo via une carte d'acquisition dédiée.

 L'unité de traitement informatique 2 contient un moyen d'acquisition 12 sous la forme d'une carte d'acquisition branchée à la carte mère 7 (par exemple une carte PCTV de marque Pinnacle [™]). L'unité de traitement informatique 2 contient
35 également une carte graphique 8. L'image vidéo 13 est acquise en

temps réel par le moyen d'acquisition 12 puis recopiée dans le buffer vidéo 14. Le buffer vidéo 14 est ensuite recopié de deux manières possibles :

- soit vers le buffer de travail 10,
- 5 - soit vers la mémoire de texture 11.

Après cette copie, le processeur d'accélération des traitements 2D/3D 9 de la carte graphique effectue un rendu de la scène 4 dans le buffer de travail 10. Le buffer de travail 10 est transféré dans le buffer de sortie vidéo 40 qui permet de
10 mettre à jour la sortie vidéo 39.

On va maintenant décrire la figure 8 qui représente, de manière schématique sous forme de blocs, l'algorithme de copie du buffer vidéo 14 dans le buffer de sortie vidéo (back buffer) 40 de la carte graphique. Les blocs ont la signification
15 suivante :

Bloc 48 :

DEPART.

Bloc 50 :

Initialisation du moyen d'acquisition 12, :

20 Passage en mode acquisition.

Définition de l'entrée vidéo (ex : Svideo/PAL/NTSC).

Démarrage de l'acquisition vidéo.

Bloc 52 :

Initialisation du processeur d'accélération des
25 traitements 2D/3D 9 :

Définition du type de sortie (ex : sortie VGA ou Pal ou NTSC ou DVI).

Définition du mode graphique (plein écran ou fenêtré).

Définition de la Résolution graphique (ex : 800 par
30 600 en 32bits par pixel).

Définition du mode Zbuffer (init. Accélération 3D).

Passage en mode double buffer (création du buffer de sortie vidéo 40 et du buffer de travail 10.)

Bloc 54 :

35 Chargement de la scène 4 :

Chargement de tous les modèles 3D à partir du disque dur 42.

Bloc 56 :

RAZ du Zbuffer.

5 RAZ du buffer de travail 10 (optionnel).

Bloc 58 :

Copie du buffer vidéo 14 en provenance du moyen d'acquisition 12 dans le buffer de travail 10.

Bloc 60 :

10 Tracé de la scène 4 dans le buffer de travail 10 effectué par le processeur d'accélération des traitements 2D/3D 9

Mise à jour du buffer de sortie vidéo 40

Bloc 62 :

15 Fin Programme ?

Bloc 64 :

FIN.

On va maintenant décrire la figure 9 qui représente, de manière schématique sous forme de blocs, l'algorithme de recopie du buffer vidéo 14 dans la mémoire de texture 11 de la carte graphique.

Les blocs ont la signification suivante :

Bloc 66 :

DEPART.

25 Bloc 68 :

Initialisation du moyen d'acquisition 12 :

Passage en mode acquisition

Définition de l'entrée vidéo (ex : Svideo/PAL/NTSC).

Démarrage de l'acquisition vidéo

30 Bloc 70 :

Initialisation du processeur d'accélération des traitements 2D/3D 9,

Définition du type de sortie (ex : sortie VGA ou Pal ou NTSC ou DVI).

35 Définition du mode graphique (plein écran ou fenêtré).

Définition de la Résolution graphique (ex : 800 par 600 en 32bits par pixel).

Définition du mode Zbuffer (init. Accélération 3D).

5 Passage en mode double buffer (création du buffer de sortie vidéo 40 et du buffer de travail 10).

Initialisation de la texture dédiée 19 (création de la texture dédiée 19 dans la mémoire de texture 11, la texture dédiée 19 au même nombre de lignes et de colonnes que le buffer vidéo 14 de capture vidéo)

10 Bloc 72 :

Chargement de la scène 4,

Chargement de tous les modèles 3D à partir du disque dur 42.

Bloc 74 :

15 RAZ du Zbuffer.

RAZ du buffer de travail (10) (optionnel).

Bloc 76 :

20 Copie du buffer vidéo 14 en provenance du moyen d'acquisition 12 dans la texture dédiée 19 incluse dans la mémoire de texture 11

Bloc 78 :

Tracé de la scène 4 dans le buffer de travail 10,

25 Exploitation des textures, y compris celles qui proviennent de l'acquisition vidéo selon toutes les utilisations qui peuvent être faites d'une texture (ex : environnement mapping, tracé dans le buffer de travail 10 comme fond d'écran, texturation d'objets de synthèse).

Mise à jour du buffer de sortie vidéo 40 ;

Bloc 80 :

30 Fin programme?

Bloc 82 :

FIN.

Description de l'anti-aliasing :

L'anti-aliasing est l'opération de filtrage qui permet d'atténuer les marches d'escalier sur les bords des polygones 20 dues à la résolution de calcul finie de l'image de synthèse 16.

Lorsque l'on applique l'anti-aliasing, la couleur des pixels sur les bords de l'objet en avant-plan est obtenue par une opération de filtrage entre les pixels de l'objet en arrière plan et les pixels de l'objet en avant-plan.

L'invention permet de traiter un objet texturé avec de la vidéo comme un élément de même nature que les autres objets de synthèse: les fonctions d'anti-aliasing s'appliquent donc pour le tracé de la scène totale.

Description des effets de transparence :

Les objets de synthèse peuvent contenir des surfaces transparentes. Si un tel objet est en avant-plan par rapport à un objet en arrière plan texturé avec une vidéo, l'objet vidéo texturé sera vu au travers de ces surfaces.

Description des déformations non linéaires :

Le procédé permet d'appliquer des déformations non linéaires à la vidéo, puisque celle-ci est stockée dans une texture mappée sur des polygones 20. Il est, notamment, ainsi possible de distordre en temps réel l'image vidéo pour corriger les distorsions optiques de la caméra vidéo. Les lignes aux bords de l'image qui apparaissent courbes peuvent être ainsi redressées en étirant la texture vidéo

A cet effet, on crée un maillage régulier de polygones 20 sur lequel on plaque une texture vidéo avec des coordonnées de textures qui décrivent une courbe lorsque les coordonnées des sommets associés évoluent linéairement.

Description des traitements « pixels shaders » et notamment sur le « chroma key »

La couleur finale d'un pixel est une combinaison entre la couleur de ce même pixel pour le polygone 20 en cours de tracé et la couleur pour les polygones 20 déjà tracés. La couleur d'un pixel d'un polygone est une combinaison entre la

valeur de ce pixel dans la ou les textures associées à ces polygones et l'éclairement du polygone.

Les cartes graphiques 8 actuelles utilisent un programme (pixel shader) pour effectuer cette combinaison. Ce
5 programme est transféré dans la carte graphique 8 comme les autres objets 3D.

Le procédé selon l'invention permet d'appliquer les fonctionnalités, connues en soi, du type « pixel shaders » sur l'image vidéo. Cela permet notamment de mettre en œuvre des
10 algorithmes du type « chroma-key » sur le buffer vidéo 14 ou d'autres traitements d'images.

Le principe du chroma-key consiste à remplacer dans une image tous les points d'une couleur donnée par les points d'une autre source vidéo. On nomme parfois cette technique,
15 l'« écran bleu ». On a décrit ci-après un algorithme simple de chroma-key. Pour chaque pixel de la vidéo :

- on calcule sa couleur dans l'espace YUV,
- on calcule la distance de cette couleur par rapport à une couleur de référence en ignorant la coordonnée Y (la
20 luminance),
- si la distance est inférieure à un seuil prédéterminé, on rend le pixel transparent, sinon il est affiché normalement.

Description de l'environnement mapping

25 L'environnement mapping est une technique qui simule des surfaces réfléchissantes sans utiliser le ray-tracing (inutilisable en temps réel). La technique applique une texture spéciale qui contient une image de la scène qui entoure l'objet sur l'objet lui-même. Le résultat obtenu est une approximation
30 de l'apparence d'une surface réfléchissante, sans demander une puissance de calcul trop importante.

Le procédé selon l'invention, généralisé à l'utilisation de deux moyens d'acquisition 12 (deux cartes d'acquisition), permet d'utiliser un des deux moyens
35 d'acquisition 12 (une des deux cartes d'acquisition) pour

recopier le « buffer vidéo » 14 associé à cette carte dans la mémoire d'une texture 11 qui servira de mapping d'environnement lors du tracé des objets de la scène texturés avec cette texture. Cela permet notamment d'obtenir des reflets réels sur ces objets de synthèse.

L'autre carte d'acquisition est utilisée pour recopier son buffer vidéo 14 dans la mémoire d'une texture affichée en arrière plan des objets de synthèse sur lesquels on a les reflets.

10 Description d'une mémoire tampon 23

La méthode de la mémoire tampon permet de retarder l'affichage des images vidéo.

N images vidéo sont stockées en mémoire.

La méthode de la mémoire tampon permet de retarder l'affichage des images vidéo. La mémoire tampon 23 fonctionne selon le principe suivant : la mémoire tampon 23 peut stocker N buffers vidéo 14. Ces buffers vidéo 14 correspondent aux images vidéo 13 acquises par le moyen d'acquisition 12 lors des cycles N, (N-1), (N-2), (N-3), etc... . Lors du cycle N, le procédé peut décider d'utiliser le buffer vidéo 14 acquis au cycle (N-2), ce qui entraîne dans ce cas un retard des images vidéo affichées par la sortie vidéo 39 de 3 cycles. Dans le cas général, grâce à ce procédé, on peut introduire jusqu'à N images de retard.

25 Avantages de la solution revendiquée par rapport à l'art antérieur :

On va maintenant exposer les avantages du procédé et du système selon l'invention par rapport à l'art antérieur :

- Le procédé et le système selon l'invention permettent une amélioration de la qualité des images : nombre de polygones, ombrage, texturation, transparence, réflexions, anti-aliasing.

- Le procédé et le système selon l'invention permettent de réaliser en temps réel des effets de vidéo texturation, c'est-à-dire la texturation d'objets de synthèse,

non pas avec une simple image statique, mais avec une vidéo « live ».

5 - Le procédé et le système selon l'invention permettent de réaliser en temps réel des effets d' « environment mapping » dynamique, c'est-à-dire la possibilité d'entourer les objets de synthèse d'une carte d'environnement non pas statique, mais qui est la vidéo elle même. Cela ouvre la porte à des effets surprenants, en particuliers lorsque les objets de synthèse ont une surface réfléchissante comme un miroir.

10 - Le procédé et le système selon l'invention permettent de réaliser tout ce qu'il est possible de faire classiquement avec des textures statiques mais maintenant avec une ou plusieurs sources vidéo « live ».

15 - Le procédé et le système selon l'invention permettent d'effectuer un traitement des images vidéo par la technologie des pixels shaders (notamment traitement du type « chroma key »).

 - Le procédé et le système selon l'invention permettent de retarder des images vidéo sans rack externe.

20 - Le procédé et le système selon l'invention permettent une diminution du temps de réponse du système car tous les traitements sont internes à la même machine (on ne cumule pas les temps de traitements de plusieurs unités de traitement comme dans l'art antérieur).

25 - Le procédé et le système selon l'invention permettent l'utilisation de matériels produits en grande quantité ayant un faible coût de revient.

 - Le procédé et le système selon l'invention ne nécessitent pas de développements électroniques (hardware).
30 propriétaire : il permettent utilisation de matériel standard « sur étagère » : il permettent une maintenance facilitée (cartes mère de technologie PC grand public, cartes graphiques grand public, cartes d'acquisition vidéo grand public).

- Le procédé et le système selon l'invention peuvent fonctionner avec un ordinateur unique (boîtier PC standard, ordinateur portable, rack PC industriel).

5 - Le procédé et le système selon l'invention peuvent fonctionner en temps réel : les images vidéo sont générées directement. Il est ainsi possible de pour supprimer les coûts de post-production (pas de temps de calcul de plusieurs heures pour quelques secondes d'images vidéo).

10 - Le procédé et le système selon l'invention peuvent être embarquées. Le procédé et le système selon l'invention peuvent fonctionner sur des cartes PC industrielles compactes (domaines militaires ou navigation ou zones à risques).

- Le procédé et le système selon l'invention peuvent fonctionner sur du matériel durci (pour industrie / militaire).

15 - Le procédé et le système selon l'invention peuvent suivre l'évolution des performances des cartes graphiques accélératrices avec un faible effort de mise à jour du logiciel : utilisation de bibliothèques graphiques standard (DirectX ou OpenGL).

20 - Le procédé et le système selon l'invention peuvent être facilement déplacée (mobilité) avec une mise en œuvre rapide sur le lieu d'utilisation.

25 - Le procédé et le système selon l'invention peuvent fonctionner sur un ordinateur portable équipé d'une entrée vidéo (ex : entrée DV).

Applications industrielles et commerciales du procédé et du système selon l'invention.

Applications industrielles dans le domaine de l'audiovisuel (cinéma / vidéo).

30 Le procédé et le système selon l'invention peuvent notamment être utilisés pour les productions audiovisuelles tournées en direct ou dans les conditions du direct :

- Plateaux virtuels temps réel (affichage de présentateurs dans un décors virtuel).

- Effets spéciaux temps réel (ex : particules, explosions, déformations temps réel).

Le procédé et le système selon l'invention peuvent notamment être utilisés dans le domaine de la publicité (ex :
5 produits virtuels dans décors réels).

Le procédé et le système selon l'invention peuvent notamment être utilisés pour procéder à des ajouts d'objets virtuels dans une émission de télévision et pour réaliser des interactions avec un présentateur réel (talkshows, événements
10 sportifs, téléachat, informations, météo, émissions médicales).

Le procédé et le système selon l'invention peuvent notamment être utilisés pour réaliser des avatars : personnages virtuels incrustés en temps réel dans des décors réels.

Le procédé et le système selon l'invention peuvent
15 notamment être utilisés pour réaliser des pré visualisations temps réel pour le cinéma (contrôle des effets spéciaux sur le lieu de tournage).

Applications industrielles dans le domaine industriel

Le procédé et le système selon l'invention peuvent
20 notamment être utilisés dans le domaine de fabrication (enrichissement d'images réelles pour guider les opérations manuelles et informer le constructeur lors de la fabrication).

Le procédé et le système selon l'invention peuvent
25 notamment être utilisés dans le domaine de la maintenance (enrichissement d'images réelles avec des informations supplémentaires pour optimiser les cots de maintenance, guide temps réel pour le dépannage).

Le procédé et le système selon l'invention peuvent
30 notamment être utilisés dans le domaine militaire (cibles virtuelles, menace virtuelle, explosions, fantassins, véhicules).

Le procédé et le système selon l'invention peuvent notamment être utilisés dans le domaine des simulations (phénomènes atmosphériques ou environnementaux simulés mixés

avec des décors réels, tests de prototypes virtuels, véhicules virtuels).

Le procédé et le système selon l'invention peuvent notamment être utilisés dans le domaine des jeux vidéo (joueurs réels visualisés dans un jeu vidéo, ou éléments virtuels tels que personnages, véhicules intégrés dans des images réelles).

Le procédé et le système selon l'invention peuvent notamment être utilisés :

- dans le domaine de l'automobile (voitures virtuelles sur routes réelles).

- dans le domaine du Prototypage (visualisation de prototypes virtuels dans des décors réels).

- dans le domaine de l'architecture (visualisation de bâtiments virtuels dans des paysage réels).

- dans le domaine du guidage temps réel : affichage d'informations pour diriger un pilote ou un conducteur.

Applications dans le domaine du marketing ou de la communication

Le procédé et le système selon l'invention peuvent notamment être utilisés pour effectuer des études de marchés : affichage de produits non encore réellement réalisés dans des situations réelles (ex : nouveau mobile GSM, nouvelle voiture).

Le procédé et le système selon l'invention peuvent notamment être utilisés pour réaliser des images interactives dans boutiques ou des centres commerciaux.

Applications industrielles dans le domaine des technologies de l'information

Le procédé et le système selon l'invention peuvent notamment être utilisés pour des visioconférences : visiophone avec possibilité d'insérer et d'interagir avec des objets virtuels.

Applications industrielles dans le domaine des loisirs

Le procédé et le système selon l'invention peuvent notamment être utilisés dans des parcs d'attractions : animations visuelles temps réelles (ex : miroirs interactifs).

REVENDICATIONS

1. Procédé permettant à un utilisateur :

(i) de produire dans une unité de traitement informatique (2), composée de circuits électroniques standard, un flux d'images de synthèse (3), et

5 (ii) de tracer une scène (4) en créant des interactions visuelles entre ledit flux d'images de synthèse (3) et au moins un flux d'images vidéo (5),

de manière à améliorer la qualité de la scène (4) et diminuer le temps de traitement, sans mettre en œuvre des unités
10 de traitement informatique (2) propriétaires coûteuses ;

ladite unité de traitement informatique (2), notamment de type "ordinateur PC" grand public, comprenant :

- une carte mère (7),

- une carte graphique (8) de rendu et d'affichage de
15 ladite scène (4), comportant un processeur d'accélération des traitements 2D/3D (9), un buffer de travail (10) (« back buffer ») et une mémoire de texture (11),

- un moyen d'acquisition (12) permettant d'acquérir, en temps réel, des images vidéo (13), dans un buffer vidéo
20 (14) ; ledit moyen d'acquisition (12) se présentant notamment sous la forme :

* d'une acquisition vidéo intégrée à ladite carte graphique (8), et/ou

* d'une acquisition vidéo intégrée à ladite carte mère
25 (7), et/ou

* d'une acquisition vidéo, via une carte d'acquisition dédiée ;

ledit procédé comprenant l'étape d'effectuer un rendu spécifique de ladite scène (4),

30 - en recopiant, lors de chaque rendu de ladite scène (4), ledit buffer vidéo (14) dans une zone mémoire (10, 11) de la carte graphique (8),

- en traçant lesdites images de synthèse (16) dans ledit buffer de travail (10) de la carte graphique (8).

2. Procédé selon la revendication 1 ; pour effectuer un rendu spécifique ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

5 - l'étape de recopier, lors de chaque rendu de ladite scène (4), ledit buffer vidéo (14) dans ledit buffer de travail (10),

- l'étape de tracer lesdites images de synthèse (16) dans ledit buffer de travail (10).

10 3. Procédé selon la revendication 2 ; ledit buffer vidéo (14) comportant des lignes vidéo entrelacées ; pour recopier, lors de chaque rendu de ladite scène (4), ledit buffer vidéo (14) dans ledit buffer de travail (10), ledit procédé comprenant :

15 - l'étape de recopier lesdites lignes vidéo paires (17), lors d'un premier rendu, puis

- l'étape de recopier lesdites lignes vidéo impaires (18), lors du rendu suivant.

4. Procédé selon la revendication 1 ; pour effectuer un rendu spécifique ledit procédé comprenant :

20 - l'étape d'initialiser préalablement au rendu spécifique en créant une texture dédiée (19) dans ladite mémoire de texture (11) de ladite carte graphique (8) ; ladite texture dédiée (19) ayant la taille dudit buffer vidéo (14) ; ladite texture dédiée (19) étant dédiée pour recopier ledit buffer vidéo (14) dans ladite mémoire de texture (11) ;

ledit procédé comprenant en outre :

- l'étape de recopier ledit buffer vidéo (14) dans ladite texture dédiée (19),

30 - l'étape de tracer complètement ladite scène (4), en utilisant ladite texture dédiée (19) pour texturer certains des polygones (20) de ladite scène (4).

5. Procédé selon la revendication 4 ; ledit buffer vidéo (14) comportant des lignes vidéo entrelacées ; pour recopier, lors de chaque rendu de ladite scène (4), dans ladite texture dédiée (19) ledit procédé comprenant :

35

- l'étape de recopier lesdites lignes vidéo paires (17), lors d'un premier rendu, puis

- l'étape de recopier lesdites lignes vidéo impaires (18), lors du rendu suivant,

5 - l'étape d'appliquer une translation du buffer vidéo (14) de plus ou moins une demi-ligne dans le rendu de ladite scène (4) :

 * soit en modifiant les coordonnées de texture de la texture dédiée (19),

10 * soit en modifiant les coordonnées des polygones (20) texturés par la texture dédiée (19) ;

(de sorte que l'on améliore ainsi la qualité d'image).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 ; ledit moyen d'acquisition (12) comportant un driver (22) présentant un nouveau buffer vidéo (14) pour chaque nouvelle image vidéo ; le rendu de ladite scène (4) étant effectué de manière synchrone avec la présentation de chaque nouveau buffer vidéo (14).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 ; ledit moyen d'acquisition (12) comportant un driver (22) présentant un nouveau buffer vidéo (14) pour chaque nouvelle image vidéo ; ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

25 - l'étape de remplir une mémoire tampon (23) avec chaque nouveau buffer vidéo, en mettant en œuvre une unité d'exécution (24) (« thread ») de capture vidéo,

 - l'étape de recopier un des buffer vidéo (14) contenu dans ladite mémoire tampon (23) vers ladite mémoire de texture (11) de la carte graphique (8),

30 - l'étape d'effectuer le rendu de ladite scène (4) de manière asynchrone par rapport à la présentation de chaque nouveau buffer vidéo (14).

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 ; ledit procédé comprenant l'étape d'appliquer une fonction anti-aliasing lors du tracé de ladite scène (4).

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 ; ledit procédé comprenant l'étape d'appliquer une fonction transparence lors du tracé de ladite scène (4).

5 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 ; ledit procédé comprenant l'étape d'appliquer des déformations non linéaires au buffer vidéo (14) en texturant des polygones (20) de ladite scène (4) au moyen de ladite texture dédiée (19) ;

(de sorte qu'il est ainsi possible de corriger des
10 distorsions optiques de l'image vidéo).

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 ; ledit procédé comprenant l'étape d'appliquer au buffer vidéo (14) des fonctions pixel shaders permettant, notamment, un traitement du type chroma key.

15 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 ; ladite unité de traitement informatique (2) comprenant deux moyens d'acquisition (12) ayant chacun un buffer vidéo (14) ; ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- l'étape de recopier le buffer vidéo (14) de l'un
20 desdits moyens d'acquisition (12) dans une seconde texture dédiée de la carte graphique (8),

- l'étape de texturer au moins en partie ladite scène (4) en utilisant ladite seconde texture dédiée;

(de sorte qu'il est ainsi possible d'obtenir des
25 reflets réels sur des objets de synthèse.)

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 ; ledit procédé comprenant :

- l'étape de retarder la recopie d'un des buffer vidéo (14) contenu dans une mémoire tampon (23) vers ladite mémoire de
30 texture (11) de la carte graphique (8) ;

(de sorte qu'il est ainsi possible de retarder l'affichage des images vidéo (13) par rapport à l'affichage des images de synthèse (16)).

Système

35 14. Système permettant à un utilisateur :

(i) de produire dans une unité de traitement informatique (2), composée de circuits électroniques standard, un flux d'images de synthèse (3), et

(ii) de tracer une scène (4) en créant des interactions visuelles entre ledit flux d'images de synthèse (3) et au moins un flux d'images vidéo (5),

de manière à améliorer la qualité de la scène (4) et diminuer le temps de traitement, sans mettre en œuvre des unités de traitement informatique propriétaires coûteuses ;

ladite unité de traitement informatique (2), notamment de type "ordinateur PC" grand public, comportant :

- une carte mère (7),

- une carte graphique (8) de rendu et d'affichage de ladite scène (4), comportant un processeur d'accélération des traitements 2D/3D (9), un buffer de travail (10) (« back buffer ») et une mémoire de texture (11),

- un moyen d'acquisition (12) permettant d'acquérir, en temps réel, des images vidéo (13), dans un buffer vidéo (14) ; ledit moyen d'acquisition (12) se présentant notamment sous la forme :

- * d'une acquisition vidéo intégrée à ladite carte graphique (8), et/ou

- * d'une acquisition vidéo intégrée à ladite carte mère (7), et/ou

- * d'une acquisition vidéo, via une carte d'acquisition dédiée ;

pour effectuer un rendu spécifique de ladite scène (4) :

- ladite carte mère (7) comportant en outre des moyens de traitement informatique (26) permettant de recopier, lors de chaque rendu de ladite scène (4), ledit buffer vidéo (14) dans une zone mémoire (15) de ladite carte graphique (8),

- ledit processeur d'accélération des traitements 2D/3D (9) comportant des moyens de traçage pour tracer lesdites

images de synthèse (16) dans une zone mémoire (15) de ladite carte graphique (8).

15. Système selon la revendication 14 ; pour effectuer un rendu spécifique :

- 5 - lesdits moyens de traitement informatique (26) comprenant des premiers moyens de recopie (27) pour recopier, lors de chaque rendu de ladite scène (4), ledit buffer vidéo (14) dans ledit buffer de travail (10),
- 10 - ledit processeur d'accélération des traitements 2D/3D (9) comportant des premiers moyens de calcul (29) pour tracer lesdites images de synthèse (16) dans ledit buffer de travail (10).

16. Système selon la revendication 15 ; ledit buffer vidéo (14) comportant des lignes vidéo entrelacées ; lesdits
15 premiers moyens de recopie (27) dudit buffer vidéo (14) dans ledit buffer de travail (10) comprenant :

- 20 - des premiers moyens de sélection et de recopie (30) desdites lignes vidéo paires (17), lors d'un premier rendu, puis
- des seconds moyens de sélection et de recopie (31) desdites lignes vidéo impaires (18), lors du rendu suivant.

17. Système selon la revendication 14 ; pour effectuer un rendu spécifique lesdits moyens de traitement informatique (26) comprenant des moyens d'initialisation (32) créant, préalablement au rendu spécifique, une texture dédiée (19) dans
25 ladite mémoire de texture (11) de ladite carte graphique (8) ; ladite texture dédiée (19) ayant la taille dudit buffer vidéo (14) ;

pour effectuer un rendu spécifique lesdits moyens de traitement informatique (26) comprenant en outre des seconds
30 moyens de recopie (33) pour recopier ledit buffer vidéo (14) dans ladite texture dédiée (19) ;

pour effectuer un rendu spécifique ledit processeur d'accélération des traitements 2D/3D (9) comportant des seconds moyens de calcul (34) pour tracer complètement ladite scène (4),

en utilisant ladite texture dédiée (19) pour texturer certains des polygones (20) de ladite scène (4).

18. Système selon la revendication 17 ; ledit buffer vidéo (14) comportant des lignes vidéo entrelacées ; lesdits
5 seconds moyens de recopie (33) dudit buffer vidéo (14) dans ladite texture dédiée (19) comprenant :

- des troisième moyens de sélection et de recopie (35) desdites lignes vidéo paires (17), lors d'un premier rendu, puis
- des quatrième moyens de sélection et de recopie (36)
10 desdites lignes vidéo impaires (18), lors du rendu suivant,
- des troisième moyens de calcul (37) pour appliquer une translation (21) du buffer vidéo (14) de plus ou moins une demi-ligne dans le rendu de ladite scène (4) :

* soit en modifiant les coordonnées de texture de
15 ladite texture dédiée (19),

* soit en modifiant les coordonnées des polygones (20) texturés par ladite texture dédiée (19) ;

(de sorte que l'on améliore ainsi la qualité d'image).

19. Système selon l'une quelconque des revendications
20 14 à 18 ; ledit moyen d'acquisition (12) comportant un driver (22) présentant un nouveau buffer vidéo (14) pour chaque nouvelle image vidéo ; lesdits moyens de traitement informatique (26) effectuant le rendu de ladite scène (4) de manière synchrone avec la présentation de chaque nouveau buffer vidéo
25 (14).

20. Système selon l'une quelconque des revendications
14 à 18 ; ledit moyen d'acquisition (12) comportant un driver (22) présentant un nouveau buffer vidéo (14) pour chaque nouvelle image vidéo ; lesdits moyens de traitement informatique
30 (26) comprenant :

- des moyens de transfert pour remplir une mémoire tampon (23) avec chaque nouveau buffer vidéo (14), en mettant en œuvre une unité d'exécution (24) (« thread ») de capture vidéo,

- des troisièmes moyens de recopie pour recopier (38) un des buffer vidéo (14) contenu dans ladite mémoire tampon (23) vers ladite mémoire de texture (11) de la carte graphique (8) ;

5 lesdits moyens de traitement informatique (26) effectuant le rendu de ladite scène (4) de manière asynchrone par rapport à la présentation de chaque nouveau buffer vidéo (14).

21. Système selon l'une quelconque des revendications 14 à 20 ; lesdits moyens de traitement informatique (26) permettant d'appliquer une fonction anti-aliasing lors du tracé de ladite scène (4).

22. Système selon l'une quelconque des revendications 14 à 21 ; lesdits moyens de traitement informatique (26) permettant d'appliquer une fonction transparence lors du tracé de ladite scène (4).

23. Système selon l'une quelconque des revendications 14 à 22 ; lesdits moyens de traitement informatique (26) permettant d'appliquer des déformations non linéaires au buffer vidéo (14) en texturant des polygones (20) de ladite scène (4) au moyen de ladite texture dédiée (19) ;

(de sorte qu'il est ainsi possible de corriger des distorsions optiques de l'image vidéo).

24. Système selon l'une quelconque des revendications 14 à 23 ; lesdits moyens de traitement informatique (26) permettant d'appliquer au buffer vidéo (14) des fonctions pixel shaders permettant, notamment, un traitement du type chroma key.

25. Système selon l'une quelconque des revendications 14 à 24 ; ladite unité de traitement informatique (2) comprenant deux moyens d'acquisition ayant chacun un buffer vidéo (14) ; lesdits moyens de traitement informatique (26) permettant de recopier le buffer vidéo (14) de l'un desdits moyens d'acquisition dans une seconde texture dédiée de la carte graphique (8),

ledit processeur d'accélération de traitement 2D/3D (9) permettant de texturer au moins en partie ladite scène (4) en utilisant ladite seconde texture dédiée ;

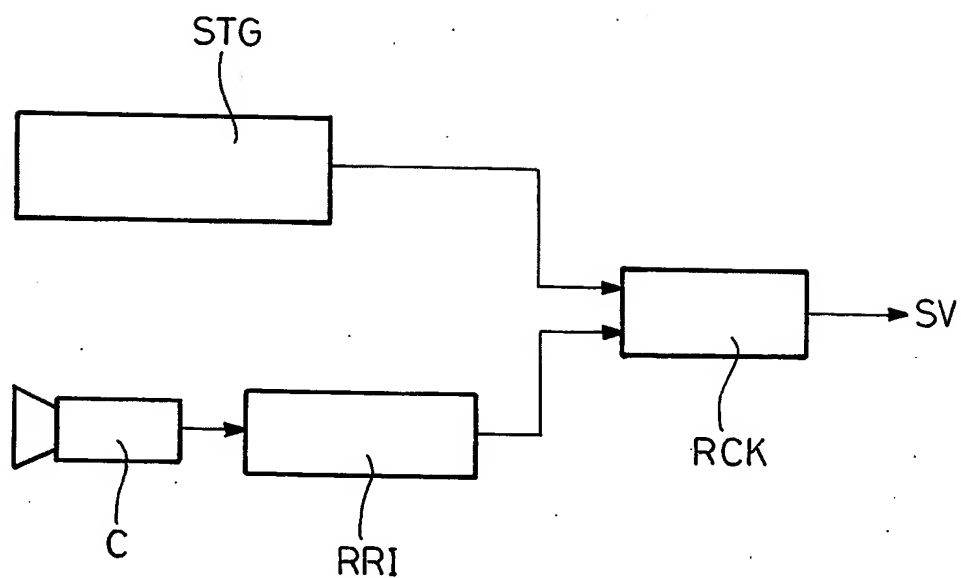
(de sorte qu'il est ainsi possible d'obtenir des
5 reflets réels sur des objets de synthèse.)

26. Système selon l'une quelconque des revendications 14 à 25 ; lesdits moyens de traitement informatique (26) permettant de retarder la recopie d'un des buffer vidéo (14) contenu dans une mémoire tampon (23) vers ladite mémoire de
10 texture (151) de la carte graphique (8) ;

(de sorte qu'il est ainsi possible de retarder l'affichage des images vidéo (13) par rapport à l'affichage des images de synthèse (16)).

1/6

FIG_1

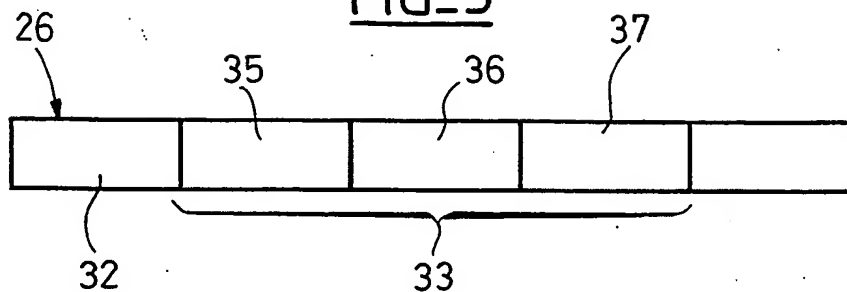


FIG_2

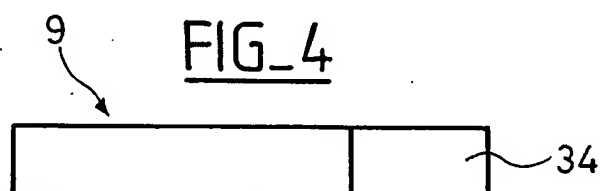


3/6

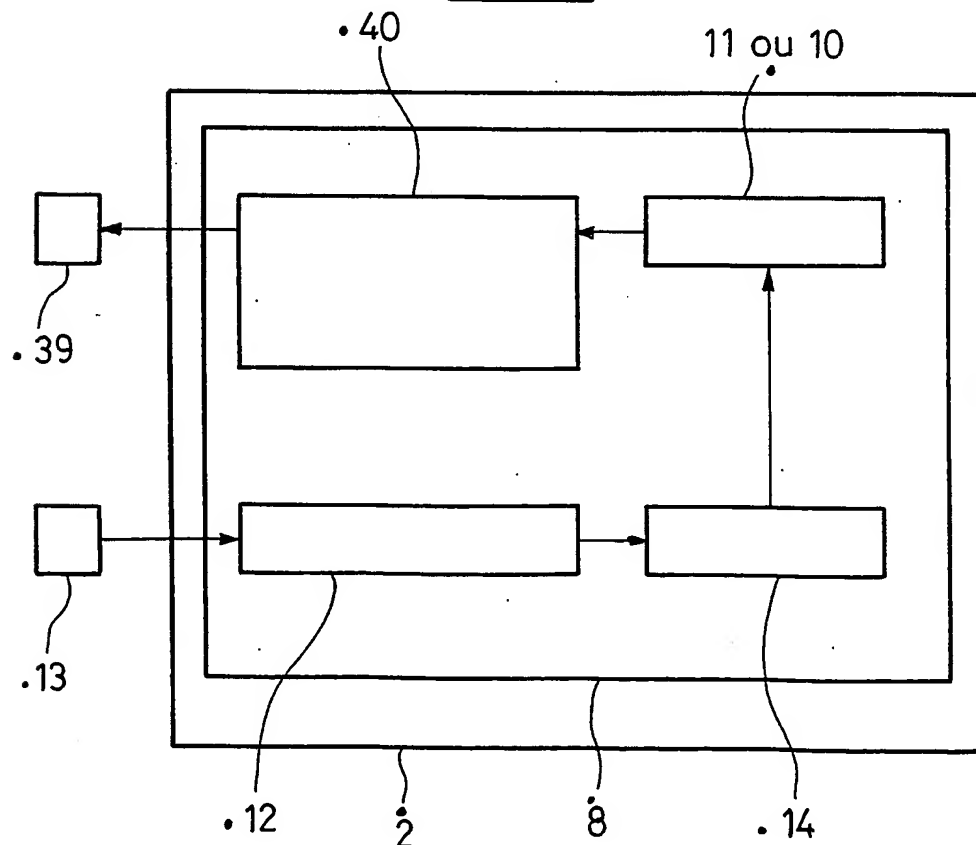
FIG_3



FIG_4

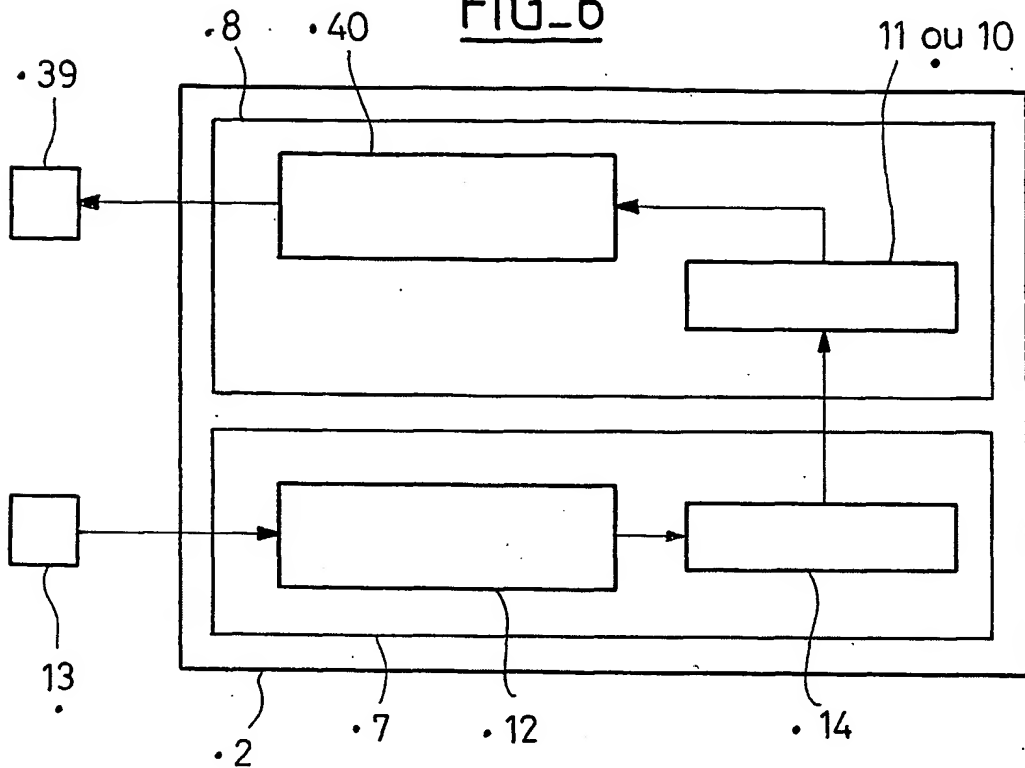


FIG_5

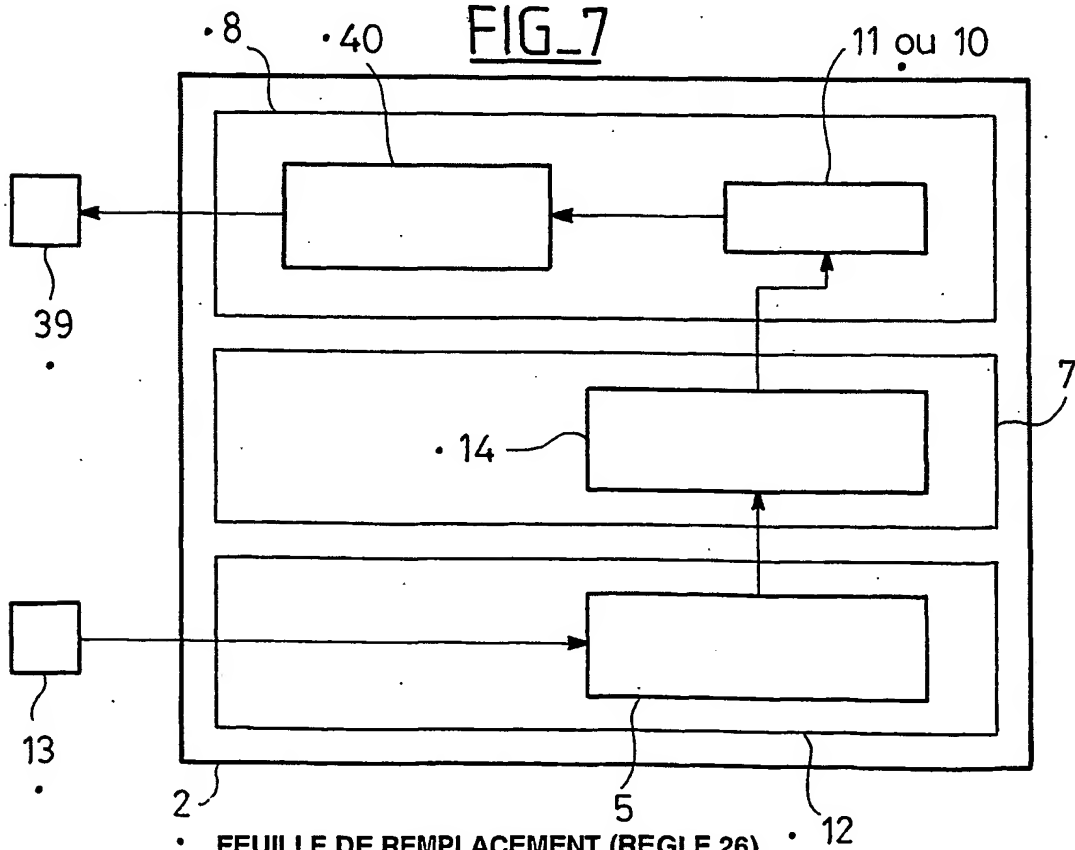


4/6

FIG_6

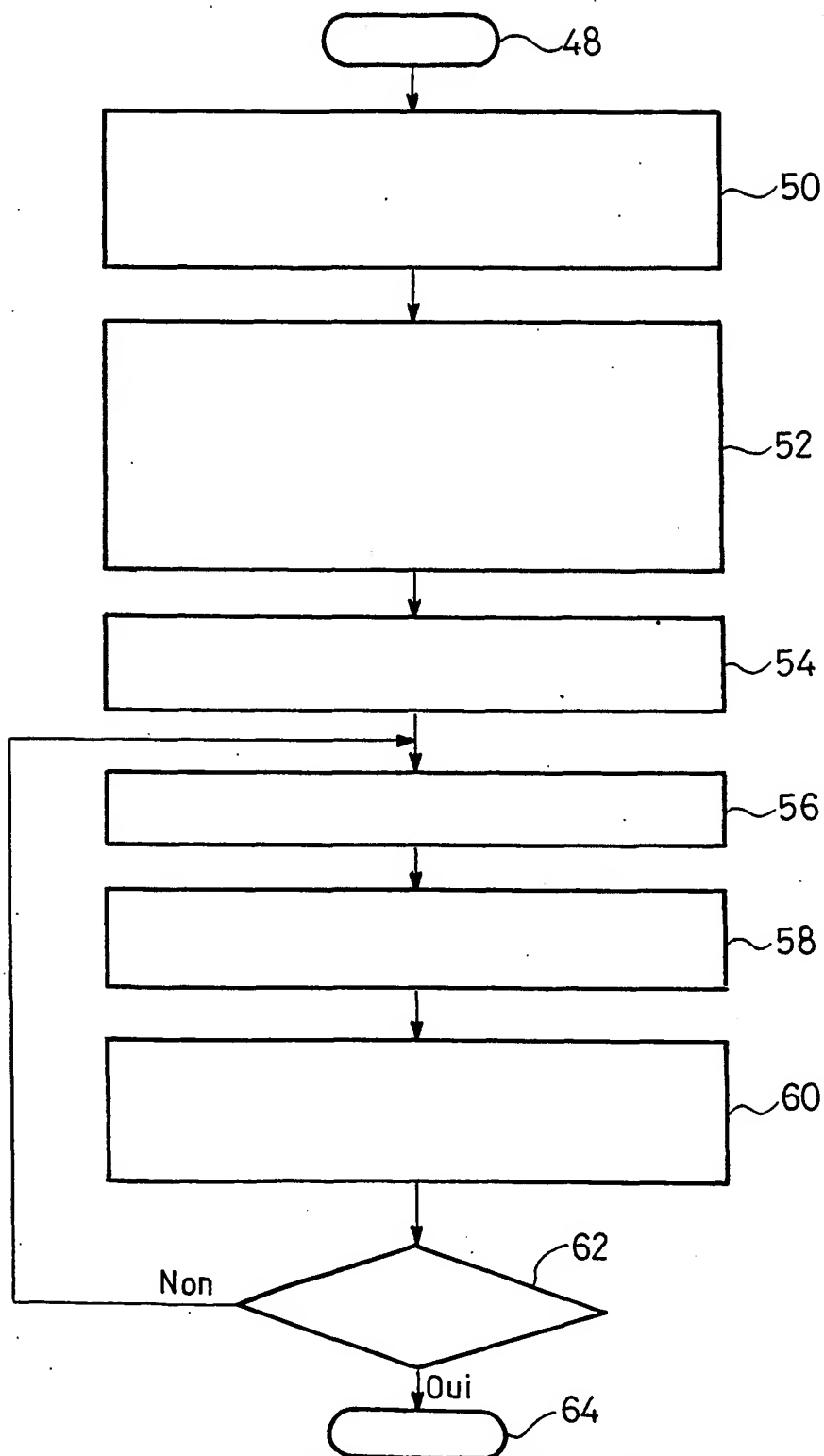


FIG_7



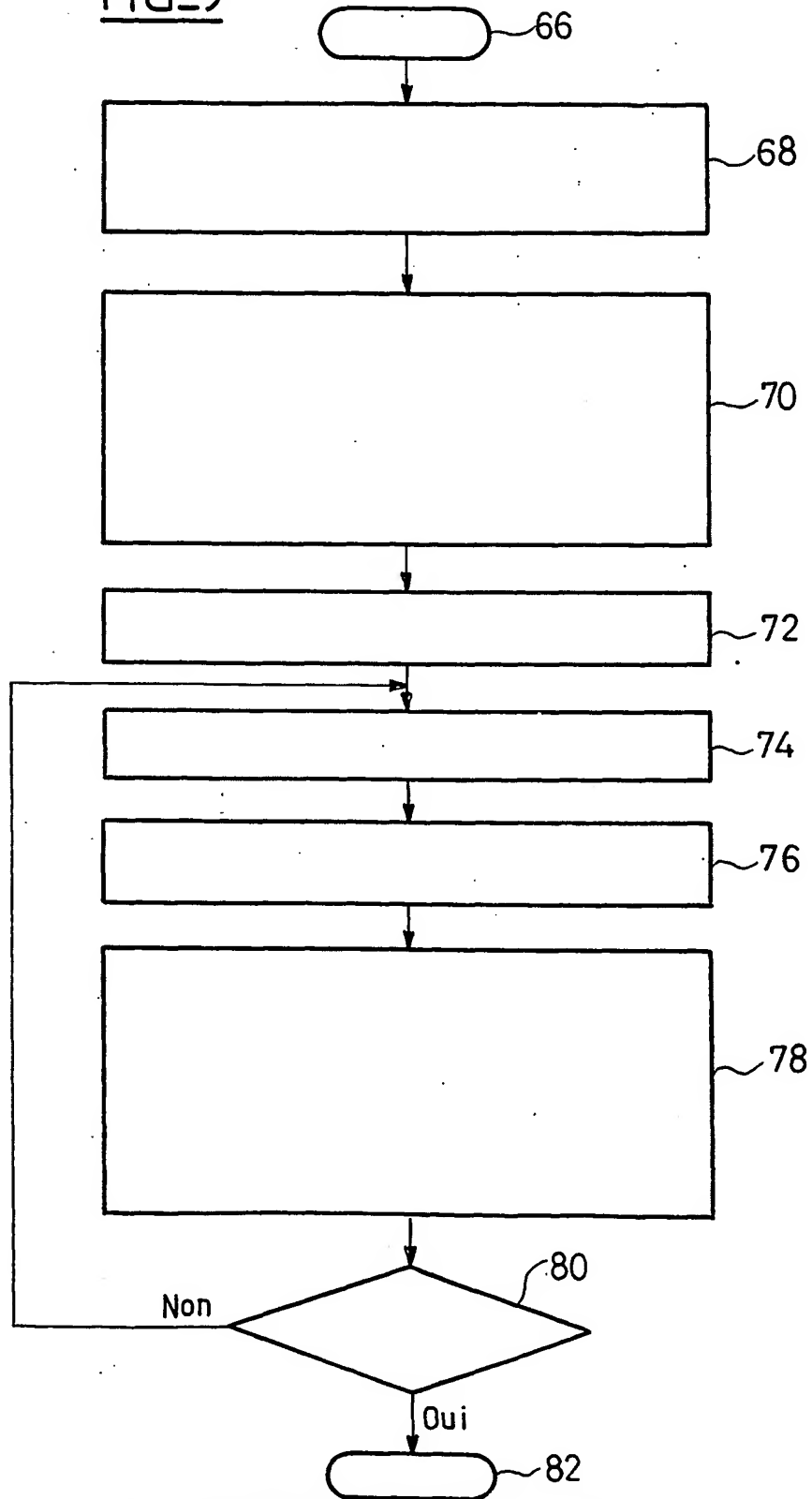
5/6

FIG_8



6/6

FIG_9



(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
5 février 2004 (05.02.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/012445 A3

Cabinet GRYNWALD

19 AVR. 2004

(51) Classification internationale des brevets⁷ : H04N 5/44,
5/262, 5/272

Valentin [FR/FR]; 23 bis rue Pierre Curie, F-92800
Puteaux (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/050019

(74) Mandataire : GRYNWALD, Albert; Cabinet Grynwald,
127, rue du Faubourg Poissonnière, F-75009 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international : 21 juillet 2003 (21.07.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/09401 24 juillet 2002 (24.07.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : TO-
TAL IMMERSION [FR/FR]; 22, rue Edouard Nieuport,
F-92150 Suresnes (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : LEFEVRE,

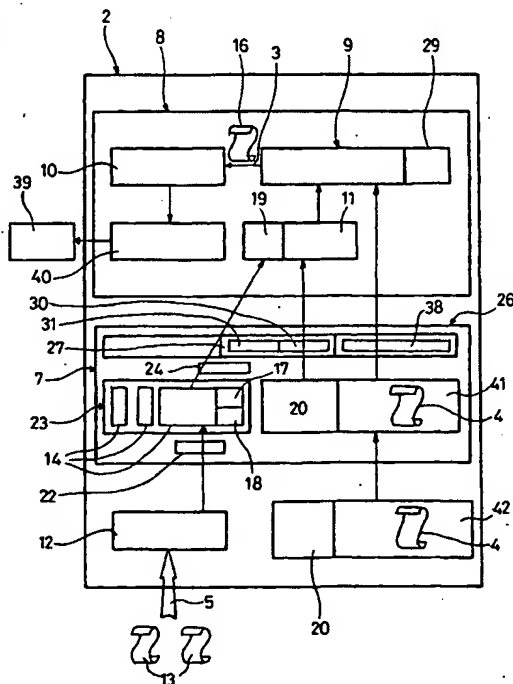
(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM ENABLING REAL TIME MIXING OF SYNTHETIC IMAGES AND VIDEO IMAGES
BY A USER

(54) Titre : PROCÉDE ET SYSTEME PERMETTANT A UN UTILISATEUR DE MELANGER EN TEMPS REEL DES IMAGES
DE SYNTHESE AVEC DES IMAGES VIDEO



(57) Abstract: The invention concerns a method and a system for:
(i) producing in a computer processing unit (2) a flow of synthetic
images (3), and (ii) tracing a scene (4) by creating visual interac-
tions between the synthetic image flow (3) and at least one video
image flow (5). The computer processing unit (2) comprises: a moth-
erboard (7), a graphics board (8) for scene rendering and display (4),
including a processor for accelerating 2D/3D processing (9), a work
buffer (10) and a texture memory (11), an acquisition means (12) for
acquiring in real time video images (13), in a video buffer (14). The
specific rendering of the scene (4) is carried out: by recopying the
video buffer (14) in a memory zone (10, 11) of the graphics board
(8), by tracing the synthetic images (16) in the work buffer (10).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé et un sys-
tème permettant : (i) de produire dans une unité de traitement infor-
matique (2) un flux d'images de synthèse (3), et (ii) de tracer une
scène (4) en créant des interactions visuelles entre le flux d'images
de synthèse (3) et moins un flux d'images vidéo (5). L'unité de trai-
tement informatique (2) comprend : une carte mère (7), une carte
graphique (8) de rendu et d'affichage de scène (4), comportant un
processeur d'accélération des traitements 2D/3D (9), un buffer de
travail (10) et une mémoire texture (11), un moyen d'acquisition
(12) permettant d'acquérir, en temps réel, des images vidéo (13),
dans un buffer vidéo (14). Le rendu spécifique de la scène (4) est
effectué : en recopiant le buffer vidéo (14) dans une zone mémoire
(10, 11) de la carte graphique (8), en traçant les images de synthèse
(16) dans le buffer de travail (10).

WO 2004/012445 A3



TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv) pour US seulement

(88) Date de publication du rapport de recherche

internationale:

8 avril 2004

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte Application No
PCT/ 03/50019

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04N5/44 H04N5/262 H04N5/272

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04N G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 00/30040 A (APPLE COMPUTER) 25 May 2000 (2000-05-25) page 24 - page 397	1-4,8,9, 11, 14-17, 21,22,24
X	US 5 227 863 A (FREDERIKSEN JEFFREY E ET AL) 13 July 1993 (1993-07-13) column 3, line 60 - column 115, line 55	1,14

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 January 2004

Date of mailing of the international search report

04/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Materne, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Interim Application No

PCT/FR 03/50019

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0030040	A	25-05-2000	AU 5576599 A 14-03-2000
			AU 5580799 A 14-03-2000
			AU 5686199 A 14-03-2000
			AU 5686299 A 14-03-2000
			AU 5687599 A 14-03-2000
			AU 5687899 A 17-04-2000
			AU 5688199 A 14-03-2000
			AU 5690499 A 14-03-2000
			AU 5779799 A 05-06-2000
			AU 5782599 A 14-03-2000
			EP 1105844 A1 13-06-2001
			EP 1138023 A1 04-10-2001
			JP 2002526842 T 20-08-2002
			JP 2003515798 T 07-05-2003
			WO 0030040 A1 25-05-2000
			WO 0011614 A2 02-03-2000
			WO 0011613 A2 02-03-2000
			WO 0011607 A1 02-03-2000
			WO 0011602 A2 02-03-2000
			WO 0011603 A2 02-03-2000
			WO 0011562 A1 02-03-2000
			WO 0011604 A2 02-03-2000
			WO 0019377 A1 06-04-2000
			WO 0010372 A2 02-03-2000
			WO 0011605 A2 02-03-2000
			US 2002196251 A1 26-12-2002
			US 2003067468 A1 10-04-2003
			US 6614444 B1 02-09-2003
			US 6229553 B1 08-05-2001
			US 6476807 B1 05-11-2002
			US 6288730 B1 11-09-2001
			US 6525737 B1 25-02-2003
			US 6577305 B1 10-06-2003
			US 6552723 B1 22-04-2003
			US 6597363 B1 22-07-2003
			US 6577317 B1 10-06-2003
			US 6268875 B1 31-07-2001
US 5227863	A	13-07-1993	AU 640980 B2 09-09-1993
			AU 6950591 A 26-06-1991
			BR 9007729 A 01-09-1992
			CA 2064070 A1 15-05-1991
			DK 63892 A 14-05-1992
			EP 0502116 A1 09-09-1992
			FI 922167 A 13-05-1992
			JP 5501772 T 02-04-1993
			NO 921893 A 13-05-1992
			WO 9108638 A2 13-06-1991

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Den: Internationale No

PCT/03/50019

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H04N5/44 H04N5/262 H04N5/272

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H04N G06T

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 00/30040 A (APPLE COMPUTER) 25 mai 2000 (2000-05-25) page 24 - page 397	1-4, 8, 9, 11, 14-17, 21, 22, 24
X	US 5 227 863 A (FREDERIKSEN JEFFREY E ET AL) 13 juillet 1993 (1993-07-13) colonne 3, ligne 60 - colonne 115, ligne 55	1, 14

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

A document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 janvier 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/02/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Materne, A

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Deny internationale No
PCT/1103/50019

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0030040	A	25-05-2000	AU 5576599 A 14-03-2000
			AU 5580799 A 14-03-2000
			AU 5686199 A 14-03-2000
			AU 5686299 A 14-03-2000
			AU 5687599 A 14-03-2000
			AU 5687899 A 17-04-2000
			AU 5688199 A 14-03-2000
			AU 5690499 A 14-03-2000
			AU 5779799 A 05-06-2000
			AU 5782599 A 14-03-2000
			EP 1105844 A1 13-06-2001
			EP 1138023 A1 04-10-2001
			JP 2002526842 T 20-08-2002
			JP 2003515798 T 07-05-2003
			WO 0030040 A1 25-05-2000
			WO 0011614 A2 02-03-2000
			WO 0011613 A2 02-03-2000
			WO 0011607 A1 02-03-2000
			WO 0011602 A2 02-03-2000
			WO 0011603 A2 02-03-2000
			WO 0011562 A1 02-03-2000
			WO 0011604 A2 02-03-2000
			WO 0019377 A1 06-04-2000
			WO 0010372 A2 02-03-2000
			WO 0011605 A2 02-03-2000
			US 2002196251 A1 26-12-2002
			US 2003067468 A1 10-04-2003
			US 6614444 B1 02-09-2003
			US 6229553 B1 08-05-2001
			US 6476807 B1 05-11-2002
			US 6288730 B1 11-09-2001
			US 6525737 B1 25-02-2003
			US 6577305 B1 10-06-2003
			US 6552723 B1 22-04-2003
			US 6597363 B1 22-07-2003
			US 6577317 B1 10-06-2003
			US 6268875 B1 31-07-2001
US 5227863	A	13-07-1993	AU 640980 B2 09-09-1993
			AU 6950591 A 26-06-1991
			BR 9007729 A 01-09-1992
			CA 2064070 A1 15-05-1991
			DK 63892 A 14-05-1992
			EP 0502116 A1 09-09-1992
			FI 922167 A 13-05-1992
			JP 5501772 T 02-04-1993
			NO 921893 A 13-05-1992
			WO 9108638 A2 13-06-1991

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.